

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-010602

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl. H02K 21/22  
B66B 11/00  
B66B 11/08  
H02K 1/24  
H02K 1/27

(21)Application number : 2000-183171 (71)Applicant : TOSHIBA DIGITAL MEDIA  
ENGINEERING CORP  
TOSHIBA CORP

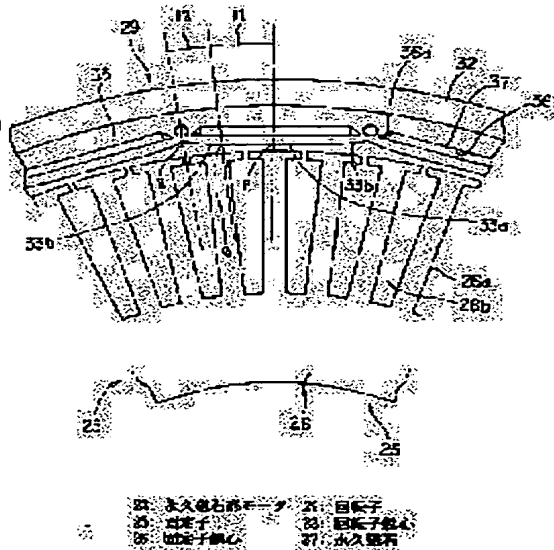
(22)Date of filing : 19.06.2000 (72)Inventor : KUSHIHIRA TAKANOBU  
NAGATA MASATO  
GOTO SHINYA

## (54) PERMANENT MAGNET MOTOR AND ELEVATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce vibration and noise by reducing cogging torque and torque ripple.

**SOLUTION:** A winch 23 has a rotor core 33 which has permanent magnets 37 built in for forming magnet poles inside. The inner peripheral surface of each magnetic pole of the rotor core 33 is convexly formed to make an air gap with a stator core 26 which is smaller at the center and larger at both edges of the magnetic pole in the circumferential direction. Specifically the inner peripheral surface of each magnetic pole has a plane surface 33a at the center and circular surfaces 33b at both edges in the circumferential direction. As a result distribution of magnetic flux between the rotor core 33 and the stator core 26 highly approximates a sinusoidal waveform and the cogging torque is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-10602  
(P2002-10602A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 2 K 21/22		H 0 2 K 21/22	M 3 F 3 0 6
B 6 6 B 11/00		B 6 6 B 11/00	A 5 H 0 0 2
	11/08		A 5 H 6 2 1
H 0 2 K 1/24		H 0 2 K 1/24	A 5 H 6 2 2
	1/27		5 0 2 A
	5 0 2		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-183171(P2000-183171)

(22) 出願日 平成12年6月19日 (2000.6.19)

(71) 出願人 390010308

東芝デジタルメディアエンジニアリング株式会社

東京都青梅市新町3丁目3番地の1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 串平 孝信

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 東芝デジタルメディアエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100071135

弁理士 佐藤 強

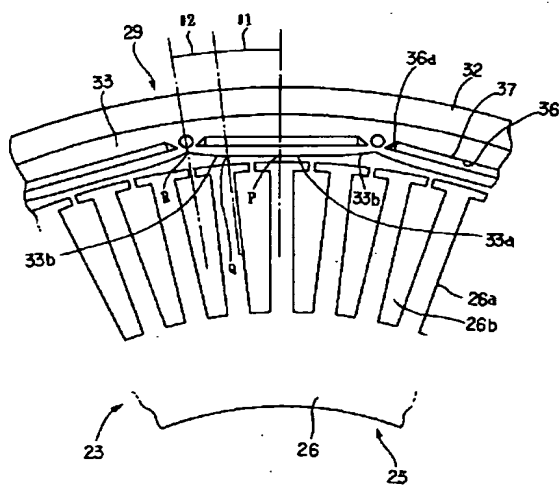
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ及びエレベータ装置

(57) 【要約】

【課題】 コギングトルク及びトルクリップルを低減して振動及び騒音の低減を図る。

【解決手段】 巻上機のモータ23は、内部に磁極形成用の永久磁石37が組み込まれてなる回転子鉄心33を備えている。前記回転子鉄心33の各磁極の内周面は、固定子鉄心26との間の空隙寸法が磁極の中央部で小さく、周方向両端部で大きくなるように凸状に構成されている。具体的には、各磁極の内周面のうち中央部を平面部33aに、周方向の両端部を円弧面部33bとする。この結果、回転子鉄心33と固定子鉄心26との間の磁束密度分布が非常に正弦波形状に近似し、コギングトルクが低減する。



23: 永久磁石形モータ 29: 回転子  
25: 固定子 33: 回転子鉄心  
26: 固定子鉄心 37: 永久磁石

【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子巻線が巻装された固定子鉄心を有する固定子と、前記固定子の外周部に配設され、内部に磁極形成用の永久磁石が組み込まれてなる回転子鉄心を有する回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、前記回転子鉄心の各磁極の内周面は、前記固定子鉄心との間の空隙寸法について磁極の中央部が周方向両端部よりも小さくなるように平面状ないし凸状に構成されていることを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 回転子鉄心の各磁極の内周面のうち周方向の中央部分は平面状に構成され、周方向両端部は円弧面状に構成されていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項3】 回転子鉄心の各磁極の内周面のうち周方向の中央部分は平面状に構成され、周方向両端部は中央部から端部に向かって外周部に傾斜する平面状に構成されていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項4】 回転子鉄心の各磁極の内周面は円弧面状に構成されていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 昇降路内を上下動可能に設けられたかごと、前記昇降路内を上下動可能に設けられカウンタウェイトを有するウェイト装着部と、請求項1ないし4のいずれかに記載の永久磁石形モータを有する巻上機とを備えたことを特徴とするエレベータ装置。

【請求項6】 前記巻上機は、前記ウェイト装着部に設けられていることを特徴とする請求項5記載のエレベータ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石形モータに係り、特に、エレベータ装置の巻上機に組み込むのに好適な永久磁石形モータ及びこの永久磁石形モータを用いたエレベータ装置に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】図11は従来の永久磁石形モータの一例を示している。前記モータは、例えば3相20極のブラシレスモータで、固定子1（尚、図11では固定子鉄心2のみを示しており、固定子巻線は省略している）の外周部に回転可能に配設された回転子3は、回転子鉄心4の各磁極の形成部位に設けられた貫通孔5の内部に板状の永久磁石6が挿入されて構成されている。各永久磁石6は、S極とN極とが周方向に交互に位置するように径方向に着磁されている。

【0003】この場合、前記回転子鉄心4と前記固定子鉄心2との空隙寸法は、全周に渡って一定に構成されている。このため、回転角による磁気抵抗の変化は小さくなり、鉄心間空隙における磁束密度分布は永久磁石4の配置に依存することになる。従って、図12に示すよう

に、磁束密度分布が台形波形状となり、回転角（機械角）によって磁束密度が大きく変化することになる。即ち、コギングトルクが大きくなるため、トルクリップルが増加して、モータ効率が低下すると共に振動及び騒音が大きくなるという問題点があった。

【0004】そこで、本発明の第1の目的は、コギングトルク及びトルクリップルを低減して振動及び騒音の低減を図ることができる永久磁石形モータを提供するにあり、第2の目的は、振動及び騒音を低減して乗り心地の良いエレベータ装置を提供するにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1の永久磁石形モータは、固定子巻線が巻装された固定子鉄心を有する固定子と、前記固定子の外周部に配設され、内部に磁極形成用の永久磁石が組み込まれてなる回転子鉄心を有する回転子とを備えた永久磁石形モータであって、前記回転子鉄心の各磁極の内周面を、前記固定子鉄心との間の空隙寸法について磁極の中央部が周方向両端部よりも小さくなるように、平面状ないし凸状に構成したところに特徴を有する。

【0006】上記構成によれば、固定子鉄心と回転子鉄心との間の空隙における磁束密度分布が正弦波形状に近似するようになるため、コギングトルクを小さくでき、トルクリップルを低減できる。

【0007】この場合、回転子鉄心の各磁極の内周面の形状として、周方向の中央部分を平面状に構成し、周方向両端部を円弧面状に構成すると良い（請求項2の発明）。また、回転子鉄心の各磁極の内周面のうち周方向の中央部分を平面状に構成し、周方向両端部を中央部から端部に向かって外周部に傾斜する平面状に構成することも良い構成である（請求項3の発明）。さらに、回転子鉄心の各磁極の内周面を円弧面状に構成しても良い（請求項4の発明）。

【0008】また、本発明の請求項5のエレベータ装置は、昇降路内を上下動可能に設けられたかごと、前記昇降路内を上下動可能に設けられカウンタウェイトを有するウェイト装着部と、請求項1ないし4のいずれかに記載の永久磁石形モータを有する巻上機とを備えたところに特徴を有する。

【0009】上記構成によれば、巻上機の駆動源である永久磁石形モータのコギングトルクを低減することができるので、振動、騒音の発生を抑えることができ、乗り心地が向上する。

【0010】この場合、前記巻上機は、前記ウェイト装着部に設けることが好ましい（請求項6の発明）。このような構成によれば、巻上機自身が重りとして機能するため、ウェイト装着部に装着されるカウンタウェイトの量を少なくすることができる。また、巻上機を設置するための機械室を昇降路の上方部に設けなくても済むので、その分、建物の高さ寸法を小さくすることができ

る。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明をエレベータ装置の巻上機に適用した第1の実施例を図1ないし図8を参照しながら説明する。まず、図3はエレベータ装置の概略構成を示している。この図3において、昇降路11内には、かご12及びウェイト装着部13がそれぞれ第1及び第2のガイドレール14及び15に沿って昇降するように構成されている。前記かご12の下部には、2個の動滑車16が固定されている。また、前記ウェイト装着部13の上部には巻上機17が配設されており、下部にはカウンタウェイト18が装着されている。前記巻上機17は、前記ウェイト装着部13の上部に設けられたケース13a内に収容されている。

【0012】一方、前記昇降路11の頂上付近には中間滑車19が設置されており、前記中間滑車19にはロープ20が引っ掛けられている。前記ロープ20の一端部は前記第1のガイドレール14の頂上付近に、他端部は前記第2のガイドレール15の頂上付近にそれぞれ固定されている。そして、前記ロープ20のうち一端部と前記中間滑車19との間には、前記かご12が前記動滑車16を介して支持されている。また、前記ロープ20の他端部と前記中間滑車19との間には、前記ウェイト装着部13が前記巻上機17の綱車21（図2参照）を介して上下動可能に支持されている。

【0013】これに対して、図2に示すように、前記巻上機17は、矩形板状の支持板22に、前記綱車21を直接的に回転駆動するブラシレスモータ23が取り付けられて構成されている。前記支持板22は、その中央部に円形状の開口部22aを有しており、前記開口部22aの周縁部には、図2中右方へ延びる略円筒状のスリーブ24が固定されている。前記スリーブ24の外周部には、前記モータ23の固定子25が固定されている。前記固定子25は、積層されたケイ素鋼板からなる固定子鉄心26と、前記固定子鉄心26に巻装されたコイル27とから構成されている。

【0014】この場合、前記固定子鉄心26は、例えば63個のティース26a及びスロット26b（いずれも図1にのみ示す）を有している。前記スロット26bには、3スロットピッチで1コイルを形成する分布巻きとなるように30個のコイル27（従ってU相、V相、W相の各コイルは10個ずつ）が納められている。このとき、前記各コイル27は、1スロット分ずつずれるようにU相、V相、W相が配置されている。

【0015】また、前記スリーブ24の内周部には、玉軸受28を介して回転子29が回転可能に支持されている。前記回転子29は、前記玉軸受28の内輪28aに嵌合された円筒状の軸部30と、この軸部30の右端部に一体成形された円板状のベース部31と、このベース部31の周縁部に一体成形された円筒状のヨーク部32

と、このヨーク部32の内周部に固定された積層鋼板からなる回転子鉄心33とから構成されている。前記軸部30の左端部には、前記玉軸受28の内輪28aを支持する軸受押え34が取り付けられている。

【0016】更に、前記回転子29の軸部30の内部には、前記綱車21の取付軸部21aが挿入されている。前記軸部30と前記取付軸部21aとの間にはキー35が挿入されており、前記キー35により前記回転子29と前記綱車21とが一体に回転するように構成されている。また、前記綱車21のうち前記軸部30よりも図2中左方へ突出する部分の外周部には複数の溝21bが形成されており、前記溝21bに前記ロープ20が引っ掛けられている。

【0017】さて、図1を参照しながら前記回転子29の構成を説明する。この図1に示すように、前記回転子鉄心33の内部には、例えば20個の台形状の貫通孔36が形成されており、各貫通孔36にはそれぞれ矩形板状をなす磁極形成用の永久磁石37が収納固定されている。各永久磁石37は、半径方向に着磁されており、S極とN極とが周方向に交互に位置するように配設されている。このとき、前記貫通孔36内のうち周方向両端部には永久磁石37が位置せず、断面三角形形状の空間部36aとして前記回転子鉄心33の内部に形成される。

【0018】また、本実施例においては、前記回転子鉄心33と前記固定子鉄心26との間の空隙寸法について、磁極の中央部が周方向両端部よりも小さくなるように、前記回転子鉄心33の各磁極の内周面が凸状に構成されている。

【0019】特に本実施例では、前記回転子鉄心33の各磁極の内周面のうち、中央部を平面状に（以下、この部分を平面部33aと称する。）、周方向の両端部を円弧面状に（以下、この部分を円弧面部33bと称する）構成している。具体的には、磁極の内周面のうち周方向中心をP、周方向の端部をQ、平面部33aと円弧面部33bとの境界をRとすると、中心Pと回転子29の回転中心とを結ぶ平面と、境界Rと回転子29の回転中心とを結ぶ平面との間の角度 $\theta_1$ は約 $5^\circ$ に、境界Rと回転子29の回転中心とを結ぶ平面と、端部Qと回転子29の回転中心とを結ぶ平面との間の角度 $\theta_2$ は約 $4^\circ$ に設定されている。

【0020】また、前記円弧面部33bの中心は、境界Rから外方に向かって前記平面部33aと垂直な方向に延ばした延長面上にあり、その距離は $(2\pi r \times n / 360 \times 2 \sim 2\pi r \times n / 360)$ に設定されている。尚、nは極数（本実施例においては $n=20$ ）、rは回転子29の半径である。

【0021】ここで、前記回転子鉄心33の各磁極の内周面を上述した形状に形成した理由について以下に説明する。

【0022】発明が解決しようとする課題の項目で説明

したように、回転子鉄心と固定子鉄心との間の空隙寸法が一定であると、鉄心間の空隙に形成される磁束密度分布が矩形波形状となるため、コギングトルクが大きくなりトルクリップルが増大する。

【0023】そこで、発明者は、鉄心間の空隙の磁束密度分布が正弦波形状に近似するような回転子鉄心33の内周面の形状を見出だすために、様々な形状のモデルについて磁束解析を行い、鉄心間の空隙の磁束密度分布を推定した。

【0024】図5は、モデルの一例を示すものであり、このモデルでは、回転子鉄心33の各磁極の内周面全体が平面状に構成されている。そして、図6はこのモデルにおける鉄心間空隙の磁束密度分布を示している。この図6から明らかなように、磁束密度分布は正弦波形状に近似する。

【0025】図7は、モデルの他の例を示すものであり、このモデルでは、回転子鉄心33の各磁極の内周面全体が円弧面状に構成されている。そして、図8はこのモデルにおける鉄心間空隙の磁束密度分布を示している。この場合、円弧面の半径は、 $(2\pi r \times n / 360 \times 2 \sim 2\pi r \times n / 360)$  に設定されている。この図8から明らかなように、磁束密度分布は正弦波形状に近似する。

【0026】図6と図8とを比較すると、磁束密度分布の頂点の高さ（即ち機械角が $9^\circ$ のときの磁束密度の大きさ）は図6の方が低い。即ち、図5のモデルの方が、回転子鉄心33の各磁極の中央付近（即ち、機械角が $9^\circ$ 付近）における磁束密度の変化が小さい。一方、周方向両端部付近の磁束密度分布をみると、図7のモデルに比べて図5のモデルの方が大きく変化する部分がある。そこで、発明者は、回転子鉄心33の各磁極の中央付近を平面状に、周方向の両端部を円弧面状に構成したモデルについて検討した。この場合、回転子鉄心33の各磁極の内周面に対する平面状の部分（即ち、平面部33a）が占める割合を $m$ とすると、平面部33aの角度 $\theta 1$ は、次式で表される。

【0027】 $\theta 1 = \{ (360 / n) \times (m / 2) \}^\circ$   
尚、ここでは、 $\theta 1$ は、磁極の周方向の中心Pから一方の境界Rまでの角度として示されている。従って、実際の平面部33aの角度範囲は $\theta 1$ の2倍である。

【0028】具体的な図示はしないが、 $m$ を種々の値に設定して磁束解析を行った結果、 $m = 0.56$ のとき、即ち、上述したように $\theta 1$ を約 $5^\circ$ に設定したときに、鉄心間空隙の磁束密度分布を正弦波形状に非常に近づけることができることが分かった。このときの磁束密度分布を図4に示す。また、解析の結果、本実施例のモータ23では、従来のモータに比べてコギングトルクは50%低減し、トルクリップルは40%低減する。

【0029】このような本実施例によれば、回転子鉄心33の各磁極の形状を、鉄心間空隙における磁束密度分

布が正弦波形状に近似するように構成したので、コギングトルクの低減及びトルクリップルの低減を図ることができる。

【0030】従って、本実施例においては、エレベータ装置の巻上機17を上記モータ23により構成することにより、巻上機17の駆動時に発生する振動、騒音を小さく抑えることができるので、乗り心地が向上する。

【0031】特に、本実施例では、前記巻上機17をウェイト装着部13に設けたため、昇降路11の頂上付近に専用の機械室を設ける必要がない。また、ウェイト装着部13に設けるカウンタウェイト18の量を少なくできるという効果もある。

【0032】図9及び図10は本発明の第2の実施例を示すものであり、第1の実施例と異なる点を説明する。尚、第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。即ち、この第2の実施例では、前記回転子鉄心33の各磁極の内周面のうち、周方向の両端部を傾斜面状（以下、この部分を傾斜面部33cと称する）に構成している。この場合、前記傾斜面部33cは、第1の実施例で示した境界Rと端部Qとを結ぶ平面状に構成されている。

【0033】このときの鉄心間空隙の磁束密度分布を図10に示す。図10と図4との比較から明らかなように、この場合も、正弦波形状に非常に近似した磁束密度分布を得ることができる。また、回転子鉄心33の内周面のうちの周方向両端部を傾斜面33cとすると、円弧面33bとした場合に比べて製造しやすいという利点がある。

【0034】尚、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、例えば次のように変形または拡張することができる。巻上機は、昇降路の頂上付近に設けられた機械室内に配設しても良い。この場合、前記巻上機の綱車に掛けられた複数本のロープの一端部にはかごが接続され、他端部にはウェイト装着部が接続される。そして、前記巻上機が駆動して前記綱車が回転されると、前記かご及びウェイト装着部が上下動される。

【0035】回転子鉄心の各磁極の内周面のうち平面部の占める割合 $m$ は、 $0.56$ に限らず、 $0 \leq m \leq 1$ を満たしていれば良い。従って、各磁極の内周面全体を平面状にしても良く、或いは、各磁極の内周面全体を円弧面状としても良い。

【0036】即ち、 $m$ が $0 \leq m \leq 1$ を満たしていれば、鉄心間空隙の磁束密度分布を正弦波形状に十分近づけることができ、コギングトルク及びトルクリップルの低減を図ることができる。

【0037】

【発明の効果】本発明の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心の各磁極の内周面は、前記固定子鉄心との間の空隙寸法について磁極の中央部が周方向両端部よりも小さくなるように平面状ないし凸状に構成したので、コギ

ングトルクを低減してトルクリップルを小さくすることができ、モータ効率の向上並びに振動及び騒音の低減を図ることができる。

【0038】また、本発明のエレベータ装置によれば、コギングトルクトルクを低減できる永久磁石形モータを用いて巻上機を構成することにより、振動及び騒音を低減して乗り心地の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すものであり、永久磁石形モータの部分平面図

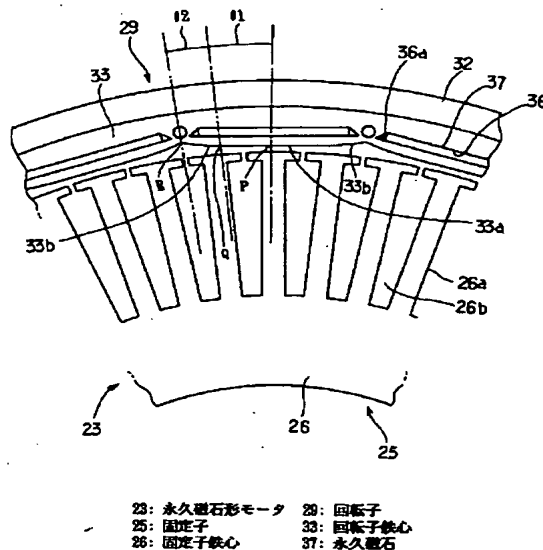
【図2】巻上機の縦断側面図

【図3】エレベータ装置の全体構成を示す斜視図

【図4】鉄心間空隙の磁束密度分布を示す図

【図5】回転子鉄心の各磁極の内周面の形状と磁束密度分布との関係を説明するための図であり、内周面全体を平面状に構成した場合の永久磁石形モータの部分平面図

【図1】



【図6】図4相当図

【図7】回転子鉄心の各磁極の内周面の形状と磁束密度分布との関係を説明するための図であり、内周面全体を円弧面状に構成した場合の永久磁石形モータの部分平面図

【図8】図4相当図

【図9】本発明の第2の実施例を示す図1相当図

【図10】図4相当図

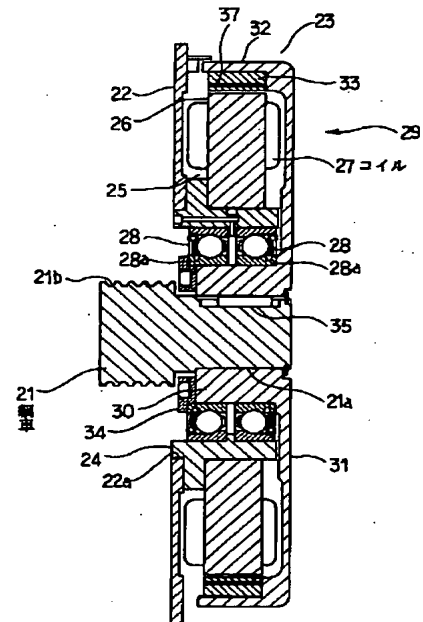
【図11】従来の永久磁石形モータを示す図1相当図

【図12】図4相当図

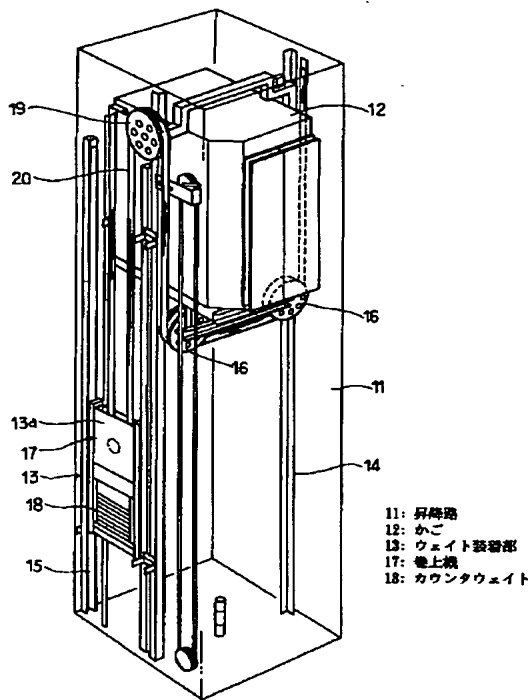
【符号の説明】

図中、11は昇降路、12はかご、13はウェイト装着部、17は巻上機、18はカウンタウェイト、21は綱車、23はブラシレスモータ（永久磁石形モータ）、25は固定子、26は固定子鉄心、27は固定子巻線、33は回転子鉄心、37は永久磁石を示す。

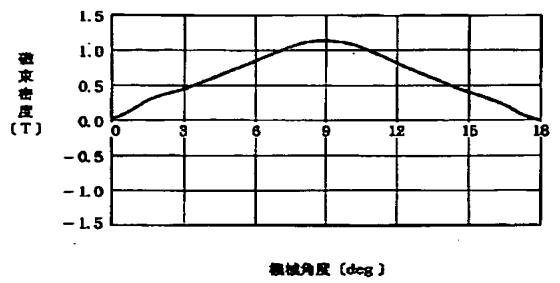
【図2】



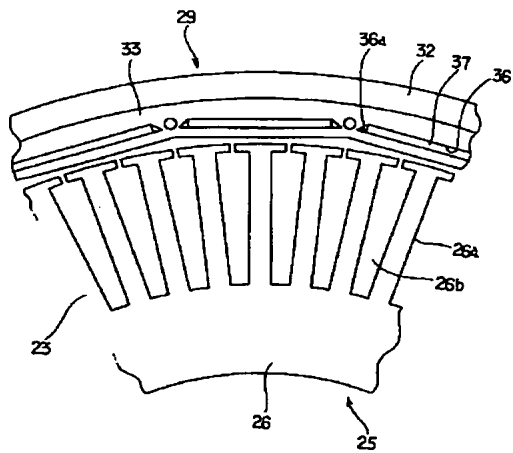
【図3】



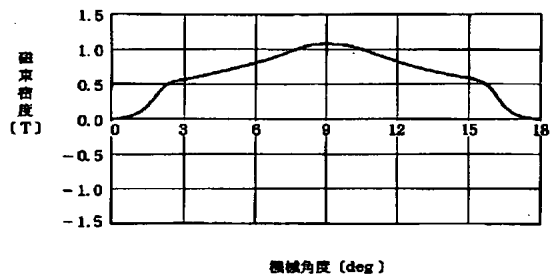
【図4】



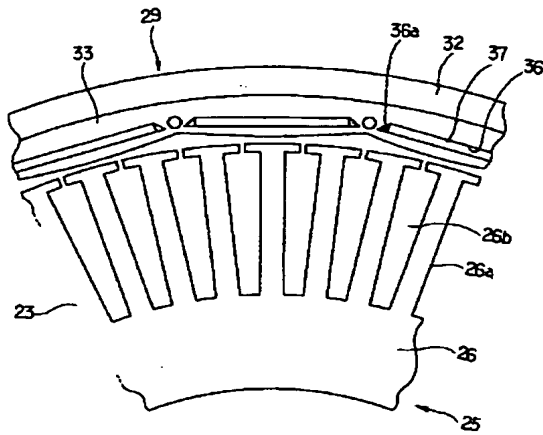
【図5】



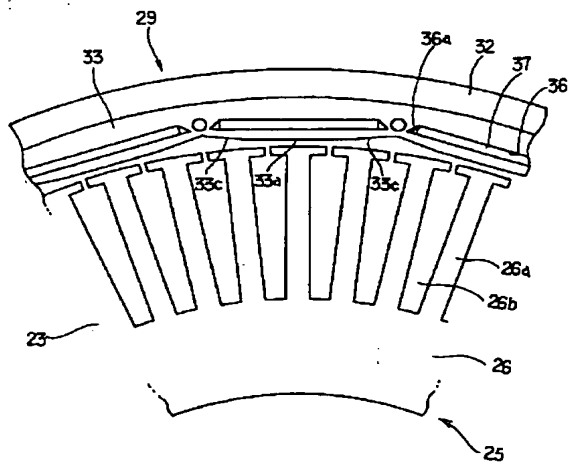
【図6】



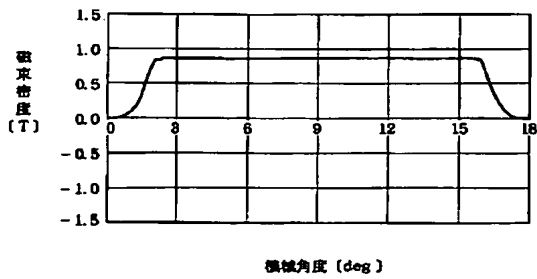
【図 7】



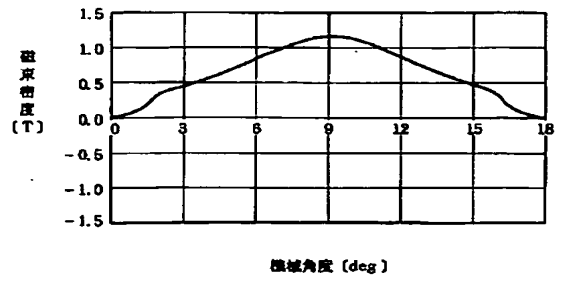
【図 9】



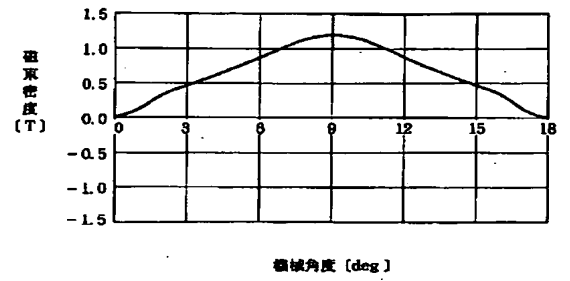
【図 12】



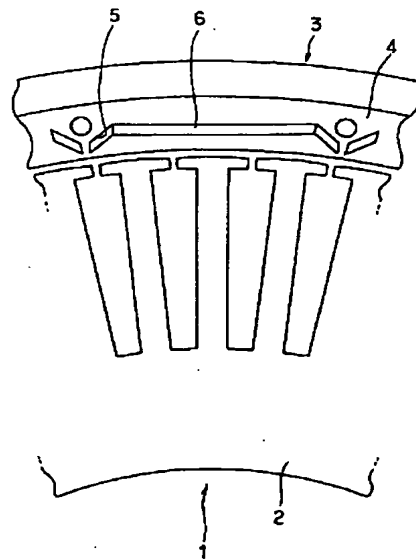
【図 8】



【図 10】



【図 11】





フロントページの続き

(72)発明者 永田 正人  
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株  
式会社東芝生産技術センター内  
(72)発明者 後藤 真也  
東京都府中市東芝町1 株式会社東芝府中  
事業所内

Fターム(参考) 3F306 AA12 BA00 DA00  
5H002 AA01 AA04 AB07 AE07 AE08  
5H621 GA15 HH01 JK03 JK15  
5H622 AA02 AA03 CA02 CA07 CA10  
CB01 CB05 PP10